

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-164381

(43)Date of publication of application : 18.06.1999

(51)Int.Cl.

H04R 1/04
H01Q 3/26
H04B 7/00
H04B 7/005
H04B 7/145

(21)Application number : 09-345821

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 01.12.1997

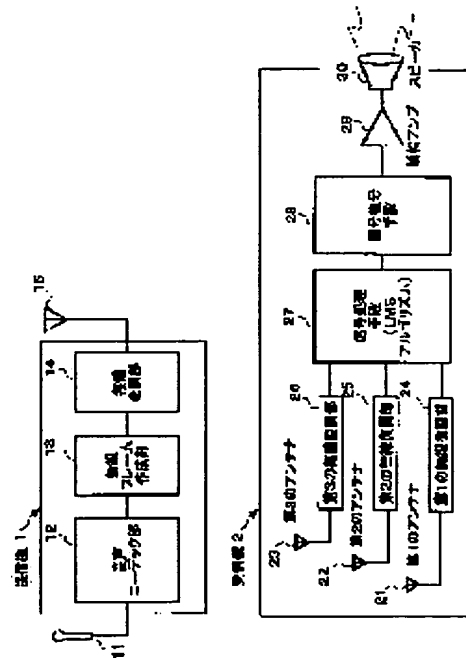
(72)Inventor : TAKEISHI MINAKO

(54) DIGITAL WIRELESS MICROPHONE COMMUNICATION EQUIPMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve communication quality by removing a delayed wave even indoors in wireless microphone communication equipment.

SOLUTION: Signals in which a direct wave and the delayed wave received by antennas 21 to 23 coexist are demodulated by each of radio demodulation parts 24 to 26 and transmitted to a signal processing means 27 to estimate and separate a desired wave. The delayed wave is removed, the desired wave is extracted and transmitted to a signal decoding means 28 by multiplying the demodulated signals from the radio demodulation parts 24 to 26 by optimal coefficients according to LMS algorithm at the signal processing means 27. Digital decoding is performed based on the signals extracted at the signal processing means 27 and decoding to voice is further performed at the signal decoding means 28.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's

BEST AVAILABLE COPY

decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11164381 A**

(43) Date of publication of application: **18 . 06 . 99**

(51) Int. Cl. **H04R 1/04**
H01Q 3/26
H04B 7/00
H04B 7/005
H04B 7/145

(21) Application number: **09345821**

(22) Date of filing: **01 . 12 . 97**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **TAKEISHI MINAKO**

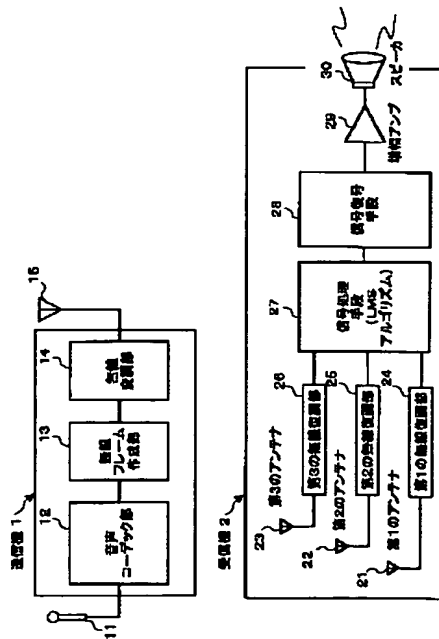
(54) **DIGITAL WIRELESS MICROPHONE COMMUNICATION EQUIPMENT**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve communication quality by removing a delayed wave even indoors in wireless microphone communication equipment.

SOLUTION: Signals in which a direct wave and the delayed wave received by antennas 21 to 23 coexist are demodulated by each of radio demodulation parts 24 to 26 and transmitted to a signal processing means 27 to estimate and separate a desired wave. The delayed wave is removed, the desired wave is extracted and transmitted to a signal decoding means 28 by multiplying the demodulated signals from the radio demodulation parts 24 to 26 by optimal coefficients according to LMS algorithm at the signal processing means 27. Digital decoding is performed based on the signals extracted at the signal processing means 27 and decoding to voice is further performed at the signal decoding means 28.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-164381

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 R 1/04

H 0 4 R 1/04

Z

H 0 1 Q 3/28

H 0 1 Q 3/28

C

H 0 4 B 7/00

H 0 4 B 7/00

7/005

7/005

7/145

7/145

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-345821

(22) 出願日

平成9年(1997)12月1日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 武石 美奈子

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

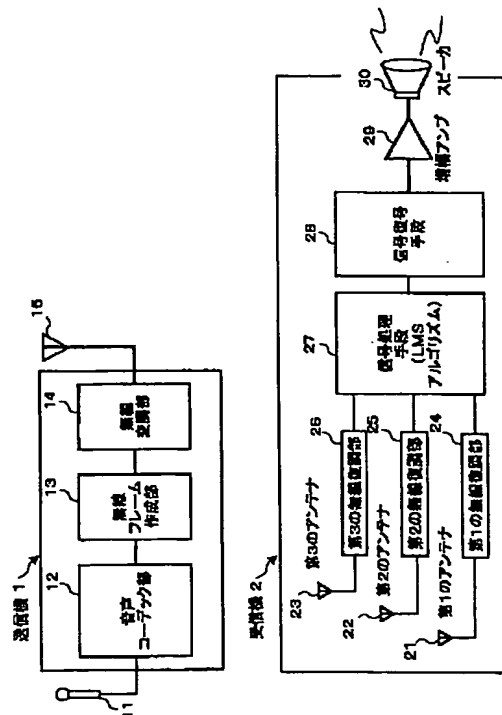
(74) 代理人 弁理士 鷺田 公一

(54) 【発明の名称】 デジタルワイヤレスマイク通信装置

(57) 【要約】

【課題】 ワイヤレスマイク通信装置において、屋内であっても遅延波を除去して通信品質を向上すること。

【解決手段】 アンテナ21～23に受信された直接波及び遅延波の混在した信号は、それぞれ無線復調部24～26で復調され、希望波の推定・分離を行う信号処理手段27に送られる。信号処理手段27では、LMSアルゴリズムにしたがって無線復調部24～26からの復調信号に最適の係数を乗算することにより、遅延波を除去し、希望波を抽出して信号復号手段28に送る。信号復号手段28では、信号処理手段27で抽出された信号をもとにデジタル復号を行い、更に音声への復号を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多重到来波を受信するアダプティブアレイアンテナ、及びこのアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う信号処理手段を含む受信機と、この受信機に対して音声信号を送信する送信機と、を具備することを特徴とするデジタルワイヤレスマイク通信装置。

【請求項2】 多重到来波を受信する複数のアダプティブアレイアンテナ、それぞれのアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う複数の信号処理手段、これらの信号処理手段からの信号の出力タイミングを合わせる補正手段、及びタイミング補正された信号を合成する合成手段を含む受信機と、この受信機に対して音声信号を送信する送信機と、を具備することを特徴とするデジタルワイヤレスマイク通信装置。

【請求項3】 多重到来波を受信するアダプティブアレイアンテナと、このアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う信号処理手段と、を具備することを特徴とするデジタルワイヤレスマイク受信機。

【請求項4】 多重到来波を受信する複数のアダプティブアレイアンテナと、それぞれのアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う複数の信号処理手段と、これらの信号処理手段からの信号の出力タイミングを合わせる補正手段と、タイミング補正された信号を合成する合成手段と、を具備することを特徴とするデジタルワイヤレスマイク受信機。

【請求項5】 アダプティブアレイアンテナで受信したデジタル受信信号から希望波を抽出し、抽出された希望波の信号に基づいてデジタル復号を行って音声信号を得ることを特徴とするデジタルワイヤレスマイク通信方法。

【請求項6】 アダプティブアレイアンテナで受信したデジタル受信信号から希望波を抽出した複数の信号の出力タイミングを合わせ、タイミング補正された複数の信号を合成し、この合成信号に基づいてデジタル復号を行って音声信号を得ることを特徴とするデジタルワイヤレスマイク通信方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、屋内外で使用するデジタルワイヤレスマイク通信装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来から、屋内外においてワイヤレスマイク通信装置が使用されている。このワイヤレスマイク通信装置は、音声信号を送受信する送信機及び受信機から主に構成される。従来のワイヤレスマイク通信装置における受信機の構成の一例を図7に示す。

【0003】 図7において、受信機70は、電波を受信する選択ダイバーシチ用受信アンテナ71、72と、アンテナ71、72から受信信号をそれぞれ復調する無線復調部73、74と、復調された信号に対して選択ダイバーシチを行う選択ダイバーシチ回路75と、選択ダイバーシチが行われた信号をFM検波するFM検波回路76と、検波された音声信号を増幅する音声信号増幅アンプ77と、その音声信号を出力する音声信号出力スピーカ78とから主に構成されている。

【0004】 上記構成を有する受信機においては、まずアンテナ71、72で受信された信号が、それぞれ無線復調部73、74に送られ、そこで復調され、更に選択ダイバーシチ回路75に送られる。選択ダイバーシチ回路75では、2つの信号の受信電力の大きさを比較し、受信電力が大きいほうの復調信号を選択してFM検波回路76に送る。FM検波回路76では、復調信号をFM検波して音声信号を取り出して音声信号増幅アンプ77に送る。音声信号増幅アンプ77で増幅された信号が音声信号出力スピーカ78から出力される。

【0005】 上記構成から分かるように、従来のワイヤレスマイク通信装置では、音声信号をそのままFM変調するアナログ変復調装置を用いているため、フェージングや多重到来波による通信品質の劣化に対しては、空間ダイバーシチによるパス選択を行うだけである。

【0006】 現在、近年の移動通信システムのデジタル化に伴い、ワイヤレスマイク通信装置においてもデジタル化の検討が進められている。デジタル化の検討にあたっては、先に述べた通信品質の維持向上、限られた周波数帯内でのチャンネル数の増大等の技術的課題も多い。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ワイヤレスマイク通信装置は、屋内外での使用が想定されており、特に屋内での使用の場合は、講堂やホール等のような大空間を考慮する必要がある。こうした空間では、電波の反射等による多数の遅延波の発生は避けられないことから、これら多重到来波による通信品質の劣化という重大な課題が生じる。

【0008】 本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、屋内であっても遅延波を除去して通信品質を向上することができるワイヤレスマイク通信装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を講じた。請求項1に記載のデジタルワイヤレスマイク通信装置は、多重到来波を受信するアダプティブアレイアンテナ、及びこのアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う信号処理手段を含む受信機と、この受信機に対して音声信号を送信する送信機

と、を具備する構成を採る。

【0010】また、請求項3に記載のデジタルワイヤレスマイク受信機は、多重到来波を受信するアダプティブアレイアンテナと、このアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う信号処理手段と、を具備する構成を採る。

【0011】また、請求項5に記載のデジタルワイヤレスマイク通信方法は、アダプティブアレイアンテナで受信したデジタル受信信号から希望波を抽出し、抽出された希望波の信号に基づいてデジタル復号を行って音声信号を得る構成を採る。

【0012】これらの構成によれば、デジタル信号処理により、多重到来波から希望波を容易に抽出することができる。これにより、屋内使用時に生じる多重到来波による通信品質を向上させることが可能となる。

【0013】請求項2に記載のデジタルワイヤレスマイク通信装置は、多重到来波を受信する複数のアダプティブアレイアンテナ、それぞれのアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う複数の信号処理手段、これらの信号処理手段からの信号の出力タイミングを合わせる補正手段、及びタイミング補正された信号を合成する合成手段を含む受信機と、この受信機に対して音声信号を送信する送信機と、を具備する構成を採る。

【0014】また、請求項4に記載のデジタルワイヤレスマイク受信機は、多重到来波を受信する複数のアダプティブアレイアンテナと、それぞれのアダプティブアレイアンテナからの受信信号を用いて多重到来波から希望波の推定・分離を行う複数の信号処理手段と、これらの信号処理手段からの信号の出力タイミングを合わせる補正手段と、タイミング補正された信号を合成する合成手段と、を具備する構成を採る。

【0015】また、請求項6に記載のデジタルワイヤレスマイク通信方法は、アダプティブアレイアンテナで受信したデジタル受信信号から希望波を抽出した複数の信号の出力タイミングを合わせ、タイミング補正された複数の信号を合成し、この合成信号に基づいてデジタル復号を行って音声信号を得る構成を採る。

【0016】これらの構成によれば、複数箇所を設置した受信機からの希望波のみを合成して音声信号に再生するので、屋内使用時に生じる多重到来波による通信品質をより高いレベルに向上させることができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について添付図面を用いて詳細に説明する。

（実施の形態1）実施の形態1に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置は、受信信号を複数素子で構成されるアダプティブアレイアンテナで受信し、各アンテナ素子からの受信復調信号に基づいて信号処理手段において希望波及び遅延波を推定し、両者を分離し、希望波を抽

出し、その後、抽出された希望波を信号復号手段で復号し、音声として再現するものである。

【0018】図1は本発明の実施の形態1に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置の構成を示す概略図である。ワイヤレスマイク通信装置は、送信機1と、受信機2とから主に構成されている。送信機1は、音声入力端子であるマイク11と、入力された音声信号をデジタル符号化するコーデック部12と、コーデック部12からの出力を無線データ伝送用にフレーム化する無線フレーム作成部13と、フレーム化された信号を無線搬送波に変調する無線変調部14と、無線変調信号を出力する送信アンテナ15とを備える。

【0019】受信機2は、無線変調信号を受信する第1～第3のアンテナ21～23と、第1～第3のアンテナ21～23で受信した無線変調信号をそれぞれ復調する第1～第3の無線復調部24～26と、第1～第3の無線復調部24～26からの受信復調信号に基づいてLMSアルゴリズムを用いて希望波の推定・分離を行う信号処理手段27と、抽出された希望波を復号・音声化する信号復号手段28と、音声化された信号を増幅する増幅アンプ29と、音声化された信号を出力するスピーカ30とを備える。

【0020】信号処理手段27は、受信復調信号D1～D3にそれぞれ対応した係数W1～W3を乗算する乗算器31～33と、乗算器31～33に受信復調信号D1～D3にそれぞれ対応する係数を供給するウェイトコントロール部34と、乗算器31～33の出力を加算（合成）する第1の加算器35と、合成した信号を仮判定する仮判定回路37と、仮判定により生成した参照信号Rと乗算器31～33の出力を加算した信号の極性反転値とを加算する第2の加算器36とから構成されている。

【0021】次に、上記構成を有するデジタルワイヤレスマイク通信装置の動作について図3及び図4を参照して説明する。図3はデジタルワイヤレスマイク通信装置をホール3に設置した場合において、マイク11からの電波伝搬状況を模式的に示した図である。

【0022】マイク11から入力された音声信号は、送信機1内の音声コーデック部12でアナログ信号からデジタル符号化され、無線フレーム作成部13に送られる。無線フレーム作成部13では、符号化されたデジタル信号列と、通信装置内であらかじめ設定されている無線伝送用情報信号（同期捕捉用信号や送信機ID等）とを合わせて無線伝送フレームを作成する。

【0023】次に、無線伝送フレーム化された信号は、無線変調部14に送られ、無線信号に変調され、アンテナ15から送信される。このようにして送信機1から出力された信号は、受信機2に受信されるときには直接波aの他に、ホール3の壁に反射してそれぞれ入射角 θ b、 θ cで到来する遅延波b、cが存在する。これらの3つの波は、混在した状態で第1～第3のアンテナ21

～23に受信される。

【0024】第1～第3のアンテナ21～23では、それぞれ第1～第3の無線復調部24～26で受信信号を復調し、この信号を希望波の推定・分離を行う信号処理手段27に送る。信号処理手段27では、LMSアルゴリズムにしたがって第1～第3の無線復調部24～26からの受信復調信号に最適な係数を乗算することにより、遅延波を除去し、希望波を抽出して信号復号手段28に送る。

【0025】信号処理手段27では、まず、乗算器31～33でそれぞれ第1～第3の無線復調部24～26からの受信復調信号D1～D3にウェイトコントロール部34から供給された係数W1～W3を乗算する。この場合、それぞれの係数W1～W3は、受信復調信号D1～D3に対応して設定される。

【0026】次いで、乗算器31～33からの出力を第1の加算器35で加算・合成する。そして、合成した信号を仮判定回路37に送り、そこで仮判定を行い、参照信号Rを生成する。

【0027】この参照信号Rと先に求めた合成信号の極性を反転させた信号を第2の加算器36において加算することにより、参照信号Rと合成信号との間の誤差eを求める。この誤差eの信号はウェイトコントロール部34に送られる。ウェイトコントロール部34では、この誤差eを小さくするように、受信復調信号に乘算する係数を更新する。したがって、信号処理手段27では、上記一連の動作を繰り返して、誤差eを最小値に維持するようにする。

【0028】信号復号手段28では、信号処理手段27で抽出された信号に基づいてデジタル復号を行い、更に音声への復号を行う。復号された音声信号は、増幅アンプ29で増幅されスピーカ30を通して出力される。なお、この時のアダプティブアレイアンテナの指向性は、それぞれ θ_b 、 θ_c の到来方向にヌルをもつ図4のようになる。

【0029】上記構成によれば、アダプティブアレイアンテナの基本特性である、指向性（素子数-1）の自由度（ヌル）を持たせることができるという特徴を生かし、3素子のアダプティブアレイアンテナを用いて2方向にヌルを生成し、遅延波の除去を実現することができる。

【0030】なお、本実施の形態では、アダプティブアレイアンテナでの希望波信号の推定・分離を行う信号処理手段としてLMSアルゴリズムを用いた場合について説明しているが、これに限定されず、遅延波を除去できる他のアダプティブアレイアンテナ制御アルゴリズムを用いても良い。

【0031】（実施の形態2）実施の形態2に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置は、実施の形態1のアダプティブアレイアンテナを複数箇所設置し、アダプテ

ィブアレイアンテナ信号出力を合成して空間ダイバーシティ制御を行うものである。すなわち、複数箇所を設置したそれぞれのアダプティブアレイアンテナの各素子で信号を受信し、その受信信号を無線復調部において復調し、これを信号処理手段で各アンテナ素子からの復調信号に基づいて希望波と遅延波とに推定し、両者を分離し、希望波を抽出する。更に、各アダプティブアレイアンテナ毎に抽出した希望波信号のタイミングを合わせた後、希望波信号を合成する。その後、合成された信号を復号し、音声として再現する。

【0032】図5は本発明の実施の形態2に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置の構成を示す概略図である。受信機4は、各々3素子で構成され、無線変調部及び信号処理回路を含む第1～第4のアダプティブアレイアンテナ41～44と、各アダプティブアレイアンテナの信号処理出力を伝送するケーブル45～48と、各アダプティブアレイアンテナの信号処理出力タイミングを補正する補正手段49と、タイミング補正された各アダプティブアレイアンテナの信号処理出力を最大比合成する合成手段50と、合成手段からの出力信号を復号し、音声化する信号復号手段51と、音声化された信号を増幅する増幅アンプ52と、増幅された音声信号を出力するスピーカ53とを備える。

【0033】次に、上記構成を有するデジタルワイヤレスマイク通信装置の動作について図6を参照して説明する。図6はデジタルワイヤレスマイク通信装置をホール3に設置した場合において、マイク11からの電波伝搬状況を模式的に示した図である。

【0034】マイク11から入力された音声信号は、実施の形態1と同様にして送信機1内の音声コーデック部12でアナログ信号からデジタル符号化され、無線フレーム作成部13に送られ、符号化されたデジタル信号列と、通信装置内であらかじめ設定されている無線伝送情報信号とを合わせて無線伝送フレームが作成され、無線変調部14で無線信号に変調され、アンテナ15から送信される。

【0035】図6から分かるように、送信された信号は、受信機4の第1のアダプティブアレイアンテナ41に受信されるときには、直接波d1の他に、ホール3の壁に反射して到来する遅延波e1及びf1が存在し、3つの波は混在したまま第1のアダプティブアレイアンテナ41に受信される。

【0036】同様に、他のアダプティブアレイアンテナ42～44についても、それぞれ第2のアダプティブアレイアンテナ42は直接波d2、遅延波e2及び遅延波f2が混在したまま受信され、第3のアダプティブアレイアンテナ43は直接波d3、遅延波e3及び遅延波f3が混在したまま受信され、第4のアダプティブアレイアンテナは直接波d4、遅延波e4及び遅延波f4が混在したまま受信される。

【0037】第1のアダプティブアレイアンテナ41では、上述したLMSアルゴリズムにしたがって、受信復調信号に最適の係数を乗算することにより、遅延波を除去し、希望波を抽出してケーブル45を通して信号合成手段49に送る。他のアダプティブアレイアンテナ42～44でも同様に、それぞれの受信信号から遅延波を除去し、希望波を抽出してケーブル46～48を通して信号タイミング補正手段49に送る。

【0038】アンテナ設置位置により信号伝送時間が異なるため、信号タイミング補正手段49では、あらかじめ測定したそれぞれのケーブルの所要伝送時間をデータとして保持し、信号合成時に全アンテナからの信号タイミングが一致するよう補正をかける。信号タイミング補正手段49でタイミングを合わせた後、信号合成手段50において、4つの入力信号の最大比合成を行う。

【0039】合成された信号は、信号復号手段51に送られ、そこでデジタル復号され、更に音声信号に復号される。復号された音声信号は、増幅アンプ52で増幅され、スピーカ53を通して出力される。このときの各アダプティブアレイアンテナ41～44は、それぞれの遅延波の到来方向にヌルをもつ指向性となる。これにより、遅延波の除去を行うことができ、複数箇所に設置した受信機からの希望波のみを合成して音声信号に再生するので、通信品質をより高いレベルに向上させることができる。

【0040】なお、本実施の形態では、アダプティブアレイアンテナでの希望波信号の推定・分離を行う信号処理手段としてLMSアルゴリズムを用いた場合について説明しているが、これに限定されず、遅延波を除去できる他のアダプティブアレイアンテナ制御アルゴリズムを用いても良い。

【0041】同様に、本実施の形態では、信号合成手段50において最大比合成する場合について説明しているが、信号合成手段50において他の空間ダイバーシティでの合成方法を用いても良い。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように本発明のデジタルワイヤレスマイク通信装置は、受信機のアンテナにアダプティブアレイアンテナを用いて希望波及び遅延波を推定し、両者を分離することにより、屋内使用時に生じる多重到来波による通信品質の劣化を防ぐことが可能となる。また、複数のアダプティブアレイアンテナを用いる

ことにより、更なる通信品質の維持向上が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置の構成を示すブロック図

【図2】上記実施の形態に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置における受信機の信号処理手段を説明するためのブロック図

【図3】上記実施の形態に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置をホールに設置した場合において、マイクからの電波伝搬状況を模式的に示した図

【図4】上記実施の形態に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置において、アダプティブアレイアンテナ制御による指向性を示すパターン図

【図5】本発明の実施の形態1に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置の構成を示すブロック図

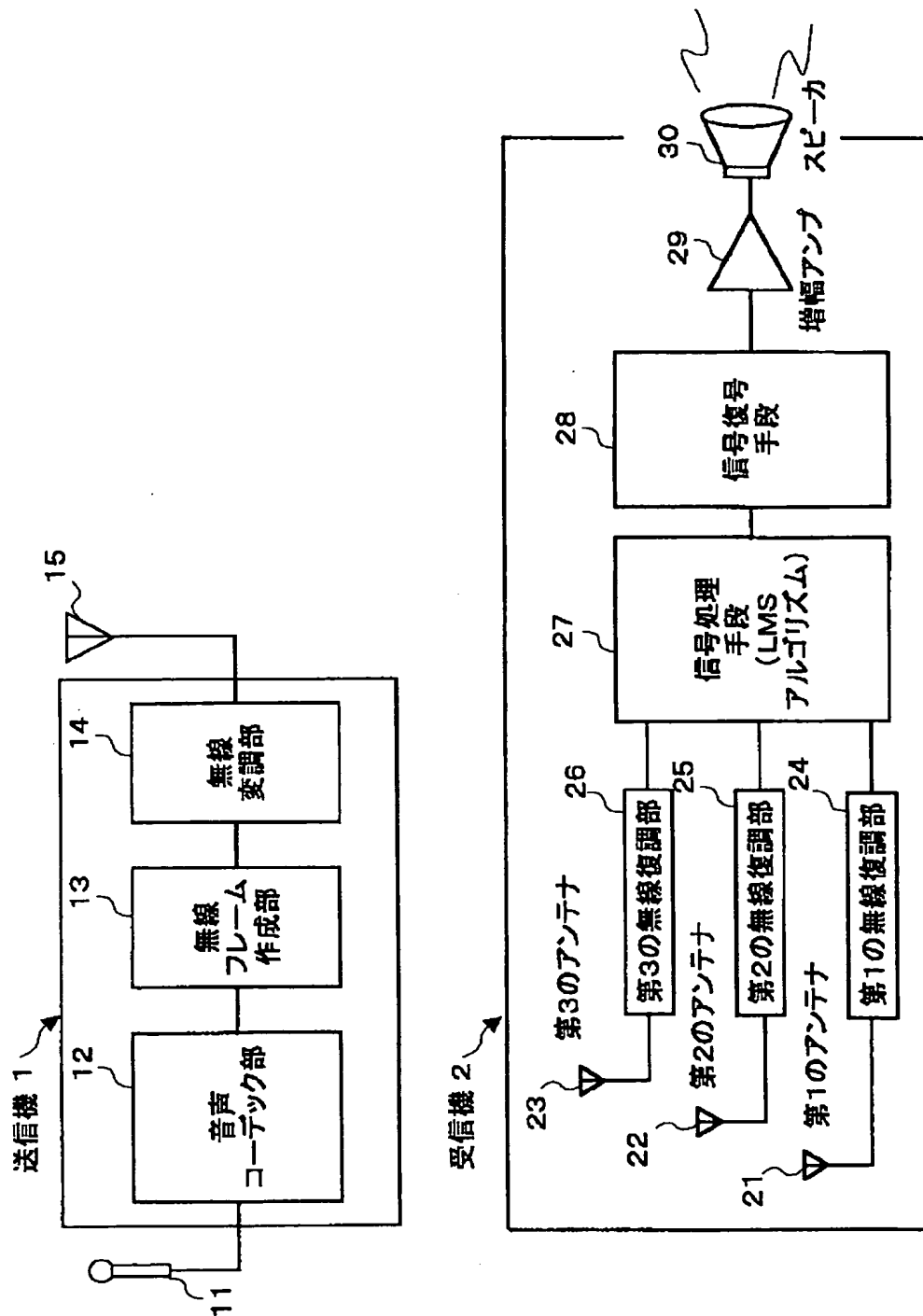
【図6】上記実施の形態に係るデジタルワイヤレスマイク通信装置をホールに設置した場合において、マイクからの電波伝搬状況を模式的に示した図

【図7】従来のワイヤレスマイク通信装置の構成を示すブロック図

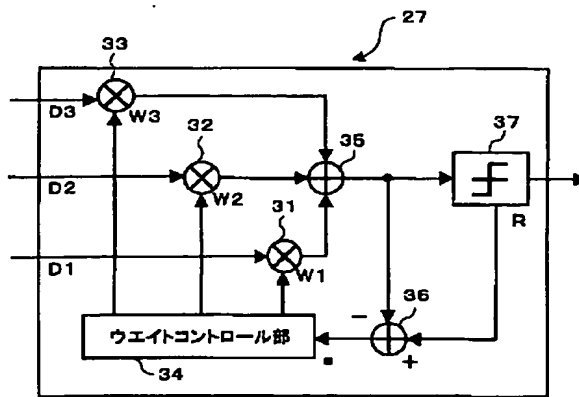
【符号の説明】

- 1 送信機
- 2, 4 受信機
- 3 ホール
- 21～23 第1～第3のアンテナ
- 24～26 第1～第3の無線復調部
- 27 信号処理手段
- 28, 51 信号復号手段
- 29, 52 増幅アンプ
- 30, 53 スピーカ
- 31～33 乗算器
- 34 ウェイトコントロール部
- 35 第1の加算器
- 36 第2の加算器
- 37 仮判定回路
- 41～44 第1～第4のアダプティブアレイアンテナ
- 45～48 信号伝送用ケーブル
- 49 信号タイミング補正手段
- 50 信号合成手段
- a, d1～d4 直接波
- b, c, e1～e4, f1～f4 遅延波

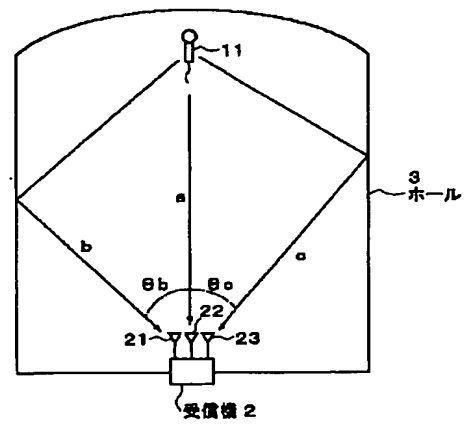
【図1】



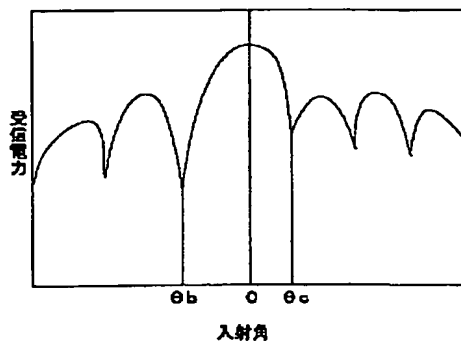
【図2】



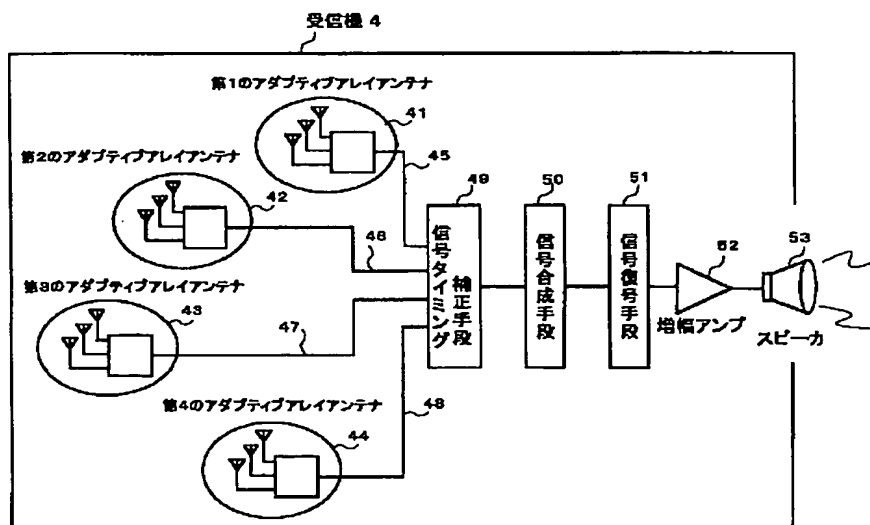
【図3】



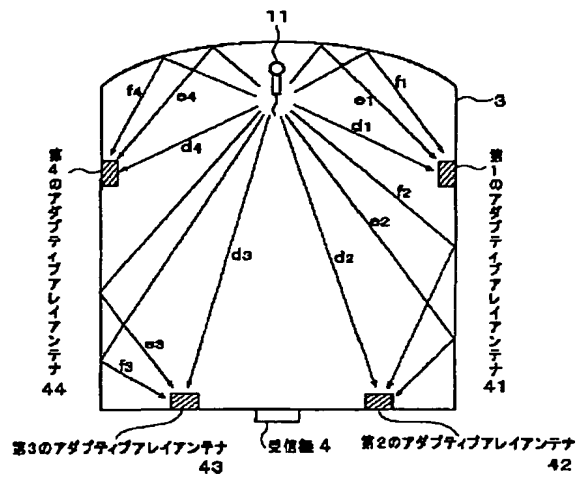
【図4】



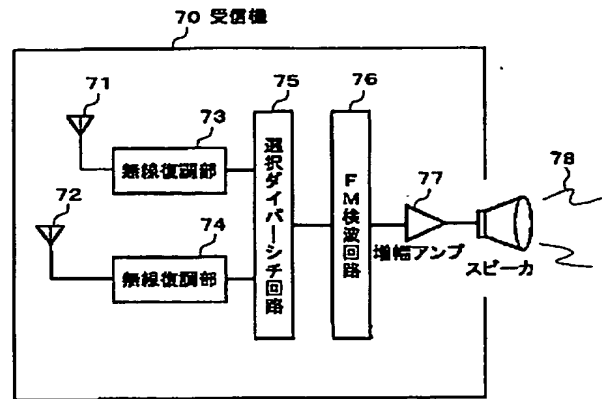
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.